

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-190451

(43)Date of publication of application : 21.07.1998

(51)Int.Cl.

H03L 7/093

(21)Application number : 08-348783

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 26.12.1996

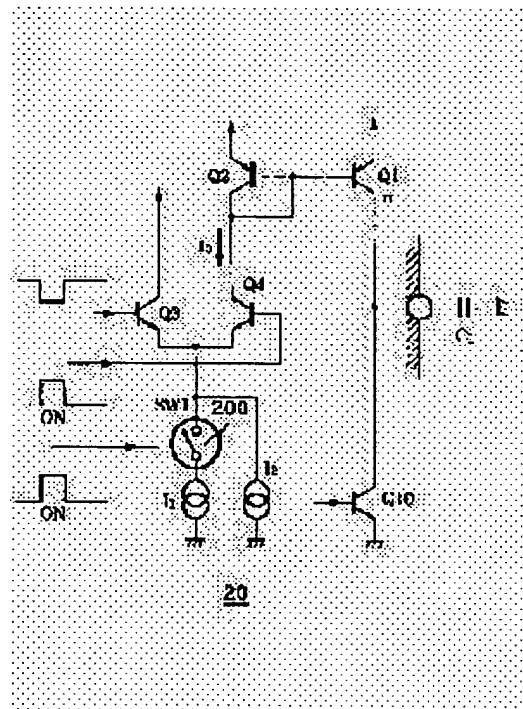
(72)Inventor : NISHIYAMA SEIICHI

(54) CHARGE PUMP CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To drastically reduce the power consumption of a PLL circuit.

SOLUTION: A current source I1 generates current of current I1 ($=I_0-I_2$) only in a period t_n when it charges current to a capacitor CL. In the period t_n , a switch circuit 200 is closed, current I0 ($=I_1+I_2$) is supplied to a transistor Q4, and the transistor Q4 drives a transistor Q2 through the current I0. A current mirror circuit that consists of transistors Q1 and Q2 returns drive current I0 back, further multiplies it n times and supplies it to the capacitor CL. Except the period t_n , the circuit 200 is opened, current I2 is supplied only to a transistor Q3 and the current mirror circuit stops supplying of current to the capacitor CL.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-190451

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 3 L 7/093

識別記号

F I
H 0 3 L 7/08

E

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-348783

(22) 出願日 平成8年(1996)12月26日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 西山 清一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

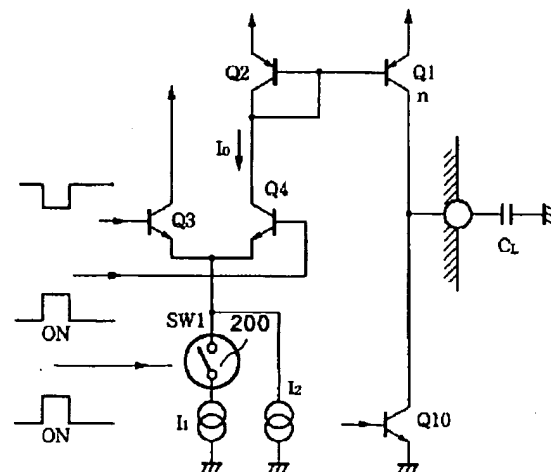
(74) 代理人 弁理士 佐藤 隆久

(54) 【発明の名称】 チャージポンプ回路

(57) 【要約】

【課題】 PLL回路の電力消費を大幅に少なくする。

【解決手段】 電流源 I_1 は、コンデンサ C_L に電流をチャージする期間 t_n にだけ、電流 $I_1 (= I_0 - I_2)$ の電流を発生する。期間 t_n において、スイッチ回路 200 は閉じて、電流 $I_0 (= I_1 + I_2)$ をトランジスタ Q_4 に供給し、トランジスタ Q_4 は、電流 I_0 によりトランジスタ Q_2 を駆動する。トランジスタ Q_1 、 Q_2 が構成するカレントミラー回路は、駆動電流 I_0 を折り返し、さらに n 倍してコンデンサ C_L に供給する。期間 t_n 以外には、スイッチ回路 200 は開き、電流 I_2 がトランジスタ Q_3 のみに供給され、上記カレントミラー回路は、コンデンサ C_L に対する電流の供給を停止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】位相差パルスに応じて、前記負荷への電流供給の際、または、前記負荷から電流を受ける際に、第1の電流値の駆動電流を流す駆動手段と、前記駆動手段が流す前記第1の電流値の駆動電流に応じて、前記負荷に所定の電流値の電流を供給する第1の電流供給手段と、

前記位相差パルスに応じて、前記負荷への電流供給の際に、前記駆動手段に前記第1の電流値の電流を供給し、前記負荷への電流停止の際に、前記駆動手段に前記第1の電流値よりも少ない第2の電流値の電流を供給する第2の電流供給手段とを有するチャージポンプ回路。

【請求項2】前記第2の電流供給手段は、前記第1の電流値と前記第2の電流値の差に等しい第3の電流値の電流を発生する第1の電流発生手段と、前記第2の電流値の電流を発生する第2の電流発生手段と、

前記第2の電流発生手段が発生する第2の電流値の電流を前記駆動手段に供給し、前記位相差パルスに応じて、前記第1の電流供給手段の駆動時に、前記第1の電流発生手段が発生する第3の電流値の電流を追加して前記駆動手段に供給する電流追加手段とを有する請求項1に記載のチャージポンプ回路。

【請求項3】前記第2の電流供給手段は、前記第1の電流値の電流を発生する第1の電流発生手段と、

前記第2の電流値の電流を発生する第2の電流発生手段と、

前記位相差パルスに応じて、前記第1の電流供給手段の駆動時には、前記第1の電流発生手段が発生する第1の*30

$$C_b = \tau_f \cdot g_a = \tau_f \cdot (q/KT) \cdot I_c \quad \dots (1)$$

ただし、 I_c はコレクタ電流である。

【0005】このため、負荷容量等に電流を供給し、チャージ動作を行うカレントミラー回路の電流倍率 n を、ポンプ動作を行うカレントミラー回路の電流倍率 n' ほどには大きくすることができないので、負荷容量等に電流を供給する、供給しないにかかわらずチャージ動作を行うカレントミラー回路に常に流す電流値 I_1 の電流（電流 I_1 ）の値が大きくなり、消費電力が増えてしまう。

【0006】本発明は上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、定常状態においては、負荷容量に対して電流を供給する期間が、位相比較の周期と比べて非常に短いことに着目し、負荷容量等に電流を供給する期間だけ必要な電流値 I_1 をチャージ動作を行うカレントミラー回路に供給し、これ以外の期間は、比較的小さい電流値 I_2 をチャージ動作を行うカレントミラー回路に供給すればよいチャージポンプ回路を提供することを目的とする。また、本発明は、上述のようにチャージ動作を行うカレントミラー回路に電流を供給することに※50

*電流値の電流を前記駆動手段に供給し、前記第1の電流供給手段の駆動停止時には、前記第2の電流発生手段が発生する第2の電流値の電流を前記駆動手段に供給する第3の電流供給手段とを有する請求項1に記載のチャージポンプ回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、PLL回路等において用いられるチャージポンプ回路に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】発振回路、あるいは、モーター制御等の分野において、位相比較ループ（PLL）回路が広く用いられている。PLL回路においては、フィードバックされる信号と基準信号とを位相比較して得た位相差信号に応じて、負荷容量等に電荷（電流）を蓄え（ソース／チャージし）、あるいは、負荷容量等から電荷を取り去る（シンク／ポンプする）チャージポンプ回路が用いられる。このチャージポンプ回路においては、通常、ポンプ動作はnpn形トランジスタから構成されるカレントミラー回路により、チャージ動作はpnpトランジスタから構成されるカレントミラー回路により行われる。

【0003】しかしながら、通常、pnp形トランジスタのトランジョン周波数 f_T は、同一集積回路（IC）上に形成されるnpn形トランジスタのトランジョン周波数 f_T よりも1桁程度低く、下式1に示す係数 τ_f の値に、トランジョン周波数 f_T に反比例する性質があるため、ベース蓄積容量 C_b が大きい。

【0004】

【数1】

※より、電力消費を大幅に少なくすることができるチャージポンプ回路を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係るチャージポンプ回路は、位相差パルスに応じて、前記負荷への電流供給の際、または、前記負荷から電流を受ける際に、第1の電流値の駆動電流を流す駆動手段と、前記駆動手段が流す前記第1の電流値の駆動電流に応じて、前記負荷に所定の電流値の電流を供給する第1の電流供給手段と、前記位相差パルスに応じて、前記負荷への電流供給の際に、前記駆動手段に前記第1の電流値の電流を供給し、前記負荷への電流停止の際に、前記駆動手段に前記第1の電流値よりも少ない第2の電流値の電流を供給する第2の電流供給手段とを有する。

【0008】好適には、前記第2の電流供給手段は、前記第1の電流値と前記第2の電流値の差に等しい第3の電流値の電流を発生する第1の電流発生手段と、前記第2の電流値の電流を発生する第2の電流発生手段と、前

記第2の電流発生手段が発生する第2の電流値の電流を前記駆動手段に供給し、前記位相差パルスに応じて、前記負荷への電流供給の際に、前記第1の電流発生手段が発生する第3の電流値の電流を追加して前記駆動手段に供給する電流追加手段とを有する。

【0009】好適には、前記第2の電流供給手段は、前記第1の電流値の電流を発生する第1の電流発生手段と、前記第2の電流値の電流を発生する第2の電流発生手段と、前記位相差パルスに応じて、前記第1の電流供給手段の駆動時には、前記第1の電流発生手段が発生する第1の電流値の電流を前記駆動手段に供給し、前記第1の電流供給手段の駆動停止時には、前記第2の電流発生手段が発生する第2の電流値の電流を前記駆動手段に供給する第3の電流供給手段とを有する。

【0010】本発明に係るチャージポンプ回路は、例えば、負荷に対して電流をチャージする動作に特徴を有する。駆動手段は、例えば、差動動作を行う2つのトランジスタから構成される。駆動手段の2つのトランジスタの一方は、2つの信号の位相差を示す位相差パルスの論理値に応じて、負荷に対して電流をチャージする期間には、第2の電流供給手段から供給され、駆動に必要な第1の電流値の駆動電流を第1の電流供給手段（チャージ動作を行うカレントミラー回路）に供給する。また、駆動手段の2つのトランジスタの他方は、上記位相差パルスの論理値に応じて、負荷に対して電流をチャージしない期間には、第2の電流供給手段から供給され、第1の電流値よりも少ない値の第2の電流値の電流を流す。

【0011】第1の電流供給手段は、例えば、上述のように、2個のpnp形のトランジスタから構成されるチャージ動作のカレントミラー回路であって、駆動手段が供給する駆動電流を折り返し、n倍して負荷に供給する。

【0012】第2の電流供給手段において、第1の電流発生手段は、チャージ動作のカレントミラー回路が負荷に電流をチャージする期間だけ、チャージ期間中の第1の電流値と、チャージしない期間中の第2の電流値との差に等しい第3の電流値（＝第1の電流値－第2の電流値）の電流を発生する。第2の電流発生手段は、チャージ動作のカレントミラー回路が負荷に電流をチャージしない期間であるか否かにかかわらず、常に、チャージしない期間中の第2の電流値の電流を発生する。

【0013】電流追加手段は、チャージ動作のカレントミラー回路が負荷に電流をチャージしない期間には、駆動手段の2つのトランジスタの他方に、比較的小さい値の第2の電流値の電流を供給し、負荷に電流をチャージする期間には、駆動手段の2つのトランジスタの一方に、カレントミラー回路の駆動に要する比較的大きい値の第1の電流値の電流を供給する。

【0014】このように、負荷に電流をチャージするか否かに応じて、駆動手段に供給する電流値を制御するこ

とにより、電流追加手段は、全期間の大部分を占め、負荷に電流をチャージしない期間には小さい電流値を駆動手段に供給し、全期間に僅かな割合しか占めず、負荷に電流をチャージする期間にだけ、大きい電流値を駆動手段に供給することにより、カレントミラー回路の駆動に必要な電力を大きく節約する。

【0015】なお、負荷に電流を供給する場合には、駆動手段に第1の電流値の電流を供給し、負荷に電流を供給しない場合には、駆動手段に第2の電流値の電流を供給するように第2の電流供給手段を構成しても、同様な電力の節約が可能である。また、本発明に係るチャージポンプ回路は、各構成部分のトランジスタの極性を反対にすることにより、負荷から電流をポンプする動作に応用することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

第1実施形態

以下、本発明の第1の実施形態を説明する。図1は、PLL(phase locked loop)回路1の構成を示す図である。図1に示すように、PLL回路1は、基準信号発振回路(OSC)100、分周器102、位相比較回路110、チャージポンプ回路12、ローパスフィルタ(LPF)130、電圧制御発振回路(VCO)132、分周器134およびコンデンサC_Lを有し、例えば、集積回路として構成される。

【0017】チャージポンプ回路12は、第1のスイッチ回路120、電流源122、124、第2のスイッチ回路126、ダイオード128、pnpトランジスタQ1、Q2およびnpnトランジスタQ10から構成される。PLL回路1は、これらの構成部分により、基準信号Refに位相同期したクロック信号を生成する。

【0018】PLL回路1の構成部分

PLL回路1において、基準信号発振回路100は、例えば、安定な水晶発振回路であって、所定の周波数の基準クロック信号を発生して分周器102に対して出力する。分周器102は、基準信号発振回路100から入力された基準クロック信号を分周して、基準信号Refを生成して位相比較回路110に対して出力する。

【0019】位相比較回路110は、分周器134から入力されるクロック信号VCOの位相と、分周器102から入力される基準信号Refの位相とを比較して、位相誤差パルスU、Dを生成し、チャージポンプ回路12のスイッチ回路120、126に対して出力する。

【0020】チャージポンプ回路12において、スイッチ回路120は、位相差パルスUが論理値1の場合に閉じて、電流源122が発生する電流をトランジスタQ2に対して供給する。スイッチ回路126は、位相差パルスUが論理値1の場合に閉じて、電流源124が発生する電流をダイオード128に対して供給する。

【0021】トランジスタQ2とトランジスタQ1と

は、カレントミラー回路を構成し、トランジスタQ2に供給される電流を折り返してn倍し、負荷コンデンサC_Lに対して供給(チャージ/ソース)する。ダイオード128とトランジスタQ10とは、カレントミラー回路を構成し、ダイオード128に供給される電流を折り返してn倍し、負荷コンデンサC_Lから供給させる(ポンプ/シンクする)。

【0022】ローパスフィルタ130は、コンデンサC_Lの端子に現れる電圧信号ΔVをフィルタリングし、電圧制御発振回路132に対して出力する。電圧制御発振回路132は、ローパスフィルタ130の出力電圧信号の値に応じた周波数のクロック信号を生成して外部に出力するとともに、分周器134に対して出力する。分周器134は、電圧制御発振回路132から入力されるクロック信号を分周してクロック信号VCOを生成し、位相比較回路110に対して出力する。

【0023】PLL回路1の動作

以下、PLL回路1の動作を説明する。位相比較回路110は、分周器134から入力されるクロック信号VCOの位相と、分周器102から入力される基準信号R_{ef}の位相とを比較し、位相パルスU、Dを生成する。

【0024】基準信号R_{ef}とクロック信号VCOとの位相が合っていないと、チャージポンプ回路12は、位相パルスU、Dに応じてコンデンサC_Lに対して電流を供給(チャージ/ソース)したり、コンデンサC_Lから電流を供給させたり(ポンプ/シンクしたり)する。

【0025】基準信号R_{ef}とクロック信号VCOとの位相が合うと、理想的には、チャージポンプ回路12は、位相パルスU、Dは、クロック信号VCOおよび基準信号R_{ef}の周期(t_{ref})よりもはるかに短いパルス幅t_nで同時に同じ論理値1となり、これ以外の期間は論理値0となる。従って、基準信号R_{ef}とクロック信号VCOとの位相が合っている場合には、コンデンサC_Lにチャージされたり、コンデンサC_Lからポンプされたりする電流の合計値は0になる。

【0026】コンデンサC_Lに対してチャージ/ポンプされたりする電流の合計値が0になると、分周器102が出力する基準信号R_{ef}の位相と、分周器134が出力するクロック信号VCOの位相とが一致し、電圧制御発振回路132が発生するクロック信号の位相は、基準信号発振回路100が発生する基準クロック信号の位相と一致する。

【0027】チャージポンプ回路12の実際

以下、図2を参照して、チャージポンプ回路12の実際の回路を説明する。図2は、図1に示したPLL回路1のチャージポンプ回路12として実際に用いられるチャージポンプ回路14の構成を示す図である。なお、図2においては、図示および以下の説明の簡略化のために、コンデンサC_Lに電流をチャージするチャージ部分と、コンデンサC_Lから電流をポンプするnpn形トランジ

スタQ10のみが示してある。

【0028】図2に示すように、チャージポンプ回路14においては、チャージポンプ回路12におけるスイッチ回路120として、npn形のトランジスタQ3、Q4が用いられ、トランジスタQ4は、トランジスタQ2に位相差パルスに応じて電流I_oを流し、トランジスタQ1、Q2が構成するカレントミラー回路は、電流I_oを折り返し、n倍した電流nI_oをコンデンサC_Lにチャージする。なお、チャージポンプ回路14のポンプ部分も、同様の回路(図示せず)によりトランジスタQ10を介してコンデンサC_Lから電流n'I_o'(=nI_o)をポンプする。

【0029】第2実施形態

以下、本発明の第2の実施形態を説明する。図3は、図2に示したチャージポンプ回路14のチャージ部分に流れる電流の変化を示す図である。チャージポンプ回路14においては、基準信号R_{ef}の周期(t_{ref})の内、コンデンサC_Lにチャージを行う期間(t_n)を除く大部分の期間で定常的に電流I_oがトランジスタQ3に流れる。

【0030】基準信号R_{ef}とクロック信号VCOとの位相が合っている場合、コンデンサC_Lにチャージを行うごく短い期間(t_n<t_{ref})で、トランジスタQ4、Q2に電流I_oが流れ、さらに、トランジスタQ1に電流nI_o(=1mA以上)が流れ、チャージポンプ回路14のチャージ部分に流れる合計の電流値は(n+1)I_oとなる。従って、トランジスタQ3に流れる電流I_oの電流値を小さくすることにより、チャージポンプ回路14の消費電力を大幅に削減することができる。ここで、ポンプ動作を行うトランジスタQ10はnpn形であり、電流倍率n'の値を十分に大きくすることができるので、トランジスタQ10の駆動に必要な電流I_o'の値を小さくすることができる。

【0031】一方、チャージ動作を行うトランジスタQ1はpnp形であるため、上述のように、電流倍率nの値を大きくすることができず、トランジスタQ1の駆動に必要な電流I_oの値が大きくなる。しかしながら、トランジスタQ1を駆動する電流I_oの値を単純に小さくすると、トランジスタQ1は、コンデンサC_Lに対して十分なチャージ電流を供給することができなくなってしまう。

【0032】第2の実施形態として以下に示すチャージポンプ回路は、コンデンサC_Lに電流をチャージする期間には、コンデンサC_Lに十分な電流値の電流を供給し、これ以外の期間に、チャージポンプ回路のチャージ部分に定常的に流れる電流値を削減することにより、消費電力を大幅に節減可能なように構成されている。

【0033】チャージポンプ回路20の構成

図4は、第2の実施形態における本発明に係るチャージポンプ回路20の構成を示す図である。なお、図4にお

いては、チャージポンプ回路20の構成部分の内、チャージポンプ回路14と同じものには同一の符号が付してあり、図示および以下の説明の簡略化のために、チャージポンプ回路20のチャージ部分と、ポンプ部分のトランジスタQ10のみが示されている。

【0034】図4に示すように、チャージポンプ回路20は、pnpトランジスタQ1、Q2、npnトランジスタQ3、Q4、スイッチ回路200、電流源 I_1 、 I_2 およびトランジスタQ10から構成される。つまり、チャージポンプ回路20は、チャージポンプ回路14（図2）の電流源 I_0 を電流源 I_1 、 I_2 に分割し、スイッチ回路200を付加した構成を採り、PLL回路1（図1）において、チャージポンプ回路12に置換されて用いられる。

【0035】電流源 I_2

電流源 I_2 は、電流値 I_2 （ $I_2 < I_0$ ）の電流を常に発生する。

電流源 I_1

電流源 I_1 は、基準信号Refの周期 t_{ref} において、PLL回路1（図1）の位相比較回路110から入力される位相差パルスUが論理値1をとり、トランジスタQ1がコンデンサ C_L に電流をチャージする期間（ t_n ；図3）に、電流源 I_2 とともにトランジスタQ4に供給する電流値 I_1 （ $I_1 = I_0 - I_2$ ）を発生する。

【0036】スイッチ回路200

スイッチ回路200は、位相差パルスUが論理値1をとり、トランジスタQ1がコンデンサ C_L に電流をチャージする期間（ t_n ）にのみ閉じて、電流源 I_1 が発生する電流 I_1 に、電流源 I_2 が発生する電流 I_2 を加えて、合計電流値 I_0 （ $= I_1 + I_2$ ）の電流をトランジスタQ4に供給し、これ以外の場合には開いて、電流値 I_2 の電流をトランジスタQ3に供給する。

【0037】トランジスタQ3、Q4

トランジスタQ3、Q4、差動回路を構成し、これらのトランジスタの内、トランジスタQ3は、位相差パルスUが論理値0をとり、トランジスタQ1がコンデンサ C_L に電流をチャージしない期間には、電流源 I_1 から供給される電流 I_1 を流す。トランジスタQ4は、位相差パルスUが論理値1をとり、トランジスタQ1がコンデンサ C_L に電流をチャージする期間（ t_n ）には、電流源 I_1 および電流源 I_2 から供給される電流 I_0 を流し、トランジスタQ2に供給する。

【0038】トランジスタQ1、Q2

トランジスタQ1、Q2は、コンデンサ C_L にチャージ電流（ nI_0 ）を供給するカレントミラー回路を構成し、位相差パルスUが論理値1をとり、トランジスタQ1がコンデンサ C_L に電流をチャージする期間（ t_n ）に、トランジスタQ4からトランジスタQ2に供給される電流 I_0 を折り返し、さらに n 倍してコンデンサ C_L に供給する。

【0039】ポンプ部分

チャージポンプ回路20のポンプ部分は、チャージ部分と同様の回路（図示せず）により、トランジスタQ10を介してコンデンサ C_L から電流 $n'I_0$ （ $= nI_0$ ）をポンプする。

【0040】チャージポンプ回路20の動作

以下、図5を参照して、チャージポンプ回路20の動作を説明する。図5は、図4に示したチャージポンプ回路20のチャージ部分に流れる合計電流を示す図である。

電流源 I_2 は、電流値 I_2 の電流を常に発生し、電流源 I_1 は、位相差パルスUが論理値1をとり、コンデンサ C_L に電流をチャージする期間（ t_n ）の間にだけ、電流値 I_1 （ $= I_0 - I_2$ ）の電流を発生する。

【0041】コンデンサ C_L に電流をチャージする場合の動作

基準信号Refとクロック信号VCOとの位相が合い、位相差パルスUが論理値1をとり、トランジスタQ1がコンデンサ C_L に電流をチャージする期間において、スイッチ回路200は、電流源 I_1 、 I_2 が発生する合計電流値 I_0 （ $= I_1 + I_2$ ）の電流をトランジスタQ4に供給する。トランジスタQ4は、電流源 I_1 、 I_2 がスイッチ回路200を介して供給する合計電流値 I_0 の電流を流し、トランジスタQ2に供給する。

【0042】トランジスタQ1、Q2は、トランジスタQ4から供給される駆動電流 I_0 を折り返し、さらに n 倍してコンデンサ C_L に供給する。チャージポンプ回路20のポンプ部分は、チャージ部分と同様に、トランジスタQ10を介してコンデンサ C_L から電流 $n'I_0$ （ $= nI_0$ ）をポンプする。従って、この場合、図5に示すように、チャージポンプ回路20のチャージ部分に流れる電流値は $(n+1)I_0$ （ $= (n+1)(I_1 + I_2)$ ）となる。

【0043】コンデンサ C_L に電流をチャージしない場合の動作

基準信号Refとクロック信号VCOとの位相が合い、位相差パルスUが論理値0をとり、トランジスタQ1がコンデンサ C_L に電流をチャージしない期間において、スイッチ回路200は開き、電流源 I_2 は電流値 I_2 の電流をトランジスタQ3に供給する。トランジスタQ3は、電流源 I_1 から供給される電流 I_1 を流し、トランジスタQ4は、電流を流さない。

【0044】トランジスタQ2には、トランジスタQ4から電流が供給されないため、トランジスタQ1、Q2が構成するカレントミラー回路は、コンデンサ C_L に対する電流の供給を停止する。チャージポンプ回路20のポンプ部分も、この場合、トランジスタQ10を介したコンデンサ C_L への電流供給を停止する。従って、この場合、図5に示すように、チャージポンプ回路20のチャージ部分に流れる電流値は I_2 となる。

50 【0045】以上説明したように、チャージポンプ回路

20のチャージ部分に流れる電流は、基準信号Refの周期の大部分の割合を占めるコンデンサC_Lに電流を供給しない期間には I_2 ($< I_0$) となり、基準信号Refの周期のごく僅かの割合しか占めないコンデンサC_Lに電流を供給する期間(t_0)にのみ I_0 となる。従って、チャージポンプ回路20のコンデンサC_Lに対する電流供給能力は全く低下しないにもかかわらず、チャージポンプ回路14(図2)に比べて、消費電力が大幅に減少する。

【0046】第3実施形態

以下、第3の実施形態として、第2の実施形態に示したチャージポンプ回路20(図4)の実際の回路を説明する。

【0047】チャージポンプ回路22の構成

図6は、図4に示したチャージポンプ回路の実際の回路(チャージポンプ回路22)の構成を示す図である。なお、図6においては、図示および以下の説明の簡略化のために、トランジスタQ10以外のポンプ部分は省略されており、図6に示したチャージポンプ回路22の各構成部分のうち、図2に示したチャージポンプ回路14、および、図4に示したチャージポンプ回路20の構成部分と同じものには同一の符号を付してある。

【0048】図6に示すように、チャージポンプ回路22は、電流源 I_a 、pnpトランジスタQ1、Q2、Q7、Q8、npnトランジスタQ3~Q6、Q10~Q12およびダイオードD1、D2から構成され、PLL回路1(図1)においてチャージポンプ回路12に置換されて用いられる。

【0049】つまり、チャージポンプ回路22は、チャージポンプ回路20(図4)の電流源 I_1 、 I_2 およびスイッチ回路200を、電流源 I_a 、トランジスタQ5~Q8、Q11、Q12およびダイオードD1、D2で置き換えた構成を採り、チャージポンプ回路22における電流源 I_a 、トランジスタQ5~Q8、Q11、Q12およびダイオードD1、D2が、チャージポンプ回路20における電流源 I_1 、 I_2 およびスイッチ回路200と同じ動作を行う。

【0050】電流源 I_a は、電流値 I_a の電流を発生する。トランジスタQ7、Q8のエミッタ同士は接続され、トランジスタQ7、Q8のエミッタは電流源 I_a を介して正電源に接続され、トランジスタQ7、Q8のコレクタは、それぞれダイオードD1、D2のカソードに接続され、ダイオードD1、D2を介してトランジスタQ11(1サイズ)、Q12(n サイズ)のコレクタおよびベースに接続されており、トランジスタQ7、Q8および電流源 I_a は、ECLの差動回路を構成する。トランジスタQ7のベースには、PLL回路1(図1)の位相比較回路110から入力される位相差パルスUの非反転信号が入力され、トランジスタQ8のベースには、位相差パルスUの反転信号が入力される。

【0051】トランジスタQ11(1サイズ)およびトランジスタQ6(n' サイズ)は、トランジスタQ7の電流を折り返し、 n' 倍してトランジスタQ3、Q4のエミッタに供給するカレントミラー回路を構成する。トランジスタQ12(n サイズ)およびトランジスタQ5(1サイズ)は、トランジスタQ8の電流を折り返し、 $1/n$ 倍してトランジスタQ3、Q4のエミッタに供給するカレントミラー回路を構成する。

【0052】チャージポンプ回路22の動作

10 電流源 I_a は、電流値 I_a の電流をトランジスタQ7、Q8に供給する。

【0053】コンデンサC_Lに電流をチャージする場合の動作

PLL回路1(図1)の位相比較回路110から入力される位相差パルスUの非反転信号が論理値1となり、トランジスタQ1を介してコンデンサC_Lに電流を供給する場合において、トランジスタQ3、Q8はON状態、トランジスタQ4、Q7はOFF状態となる。

【0054】トランジスタQ7は、ダイオードD1を介してトランジスタQ11に電流 I_a を供給する。トランジスタQ11、Q6が構成するカレントミラー回路は、トランジスタQ8が供給する電流を折り返し、 n' 倍して電流値 $n' \cdot I_a$ ($=$ チャージポンプ回路20における I_0)の電流をトランジスタQ4のエミッタに供給する。

【0055】トランジスタQ4は、トランジスタQ12、Q5が構成するカレントミラー回路が供給する電流値 $n' \cdot I_a$ ($= I_0$)の駆動電流を、トランジスタQ1、Q2が構成するカレントミラー回路に供給する。トランジスタQ1、Q2が構成するカレントミラー回路は、トランジスタQ4から供給される電流 $n' \cdot I_a$ ($=$ チャージポンプ回路20における $n I_0$)を、コンデンサC_Lに供給する。

【0056】コンデンサC_Lに電流をチャージしない場合の動作

PLL回路1(図1)の位相比較回路110から入力される位相差パルスUの非反転信号が論理値0となり、トランジスタQ1がコンデンサC_Lに電流を供給しない場合において、トランジスタQ3、Q8はON状態、トランジスタQ4、Q7はOFF状態となる。

【0057】トランジスタQ8は、ダイオードD2を介してトランジスタQ12に電流 I_a を供給する。トランジスタQ12、Q5が構成するカレントミラー回路は、トランジスタQ8が供給する電流を折り返し、 $1/n$ 倍して、電流値 I_a/n ($= I_2$)の電流をトランジスタQ3のエミッタに供給する。トランジスタQ3は、トランジスタQ12、Q5が構成するカレントミラー回路が供給する電流値 I_a/n ($=$ チャージポンプ回路20における I_2)の電流を流す。

50 【0058】図7は、チャージポンプ回路22(図6)

11

のトランジスタQ1～Q3に流れる電流の電流値を示す図である。図7に示すように、チャージポンプ回路22において、コンデンサC_Lに電流をチャージする場合(ON動作時)には、チャージ部分のQ1、Q2に流れる電流値の合計は $(n+1)n'I_a$ 〔 $= (n+1)I_a$ 〕となり、トランジスタQ7、Q8等から構成される差動回路に流れる電流 I_a 〔 $= I_a/n'$ 〕を考慮すると、チャージ部分に流れる電流値は $(n+1+1/n')I_a$ となる。

【0059】また、図7に示すように、チャージポンプ回路22において、コンデンサC_Lに電流をチャージしない場合(OFF動作時)には、チャージ部分のQ3に流れる電流値は I_a/n'' 〔 $= I_a/n'n''$ 〕となり、トランジスタQ7、Q8等から構成される差動回路に流れる電流 I_a を考慮すると、チャージポンプ回路22のチャージ部分に流れる電流値は $(1/n'n''+1/n')I_a$ となる。

【0060】具体例を挙げる。例えば、 n' 、 $n''=5$ とした場合、コンデンサC_Lに電流をチャージしない期間にチャージポンプ回路22のチャージ部分に流れる電流値は、 $(1/5+1/5 \times 5)I_a=6/25 \times I_a=0.24I_a$ となり、チャージポンプ回路14のチャージ部分の消費電力が24%にまで減少する。一方、コンデンサC_Lに電流をチャージする期間の基準信号Refの周期 t_{ref} に占める割合はごく僅かなので、コンデンサC_Lに電流をチャージする期間の電流増加は、基準信号Refとクロック信号VCOとの位相が合った後の定常時には問題にならない。

【0061】以上説明したように、チャージポンプ回路22によれば、定常時のPLL回路の消費電源を大幅に削減することができる。また、例えば、チャージポンプ回路22を、携帯電話機等に適用すると、連続待ち受け時間(電波を正常に受信可能な状態で移動した場合の平均的な待ち受け時間)、および、連続通話時間(最大パワーで送信し、パワーセンス機能をOFF状態にした場合の通話時間)のいずれをも長くすることができるので、特に有効である。

【0062】変形例

チャージポンプ回路22のチャージ部分の構成は、ポンプ部分に適用可能である。図8は、チャージポンプ回路22(図6)のチャージ部分の構成をポンプ部分に適用したデータ受信装置24の構成を示す図である。なお、図8においては、図示の簡略化のために、チャージ部分を省略してある。

【0063】図8に示すように、データ受信装置24のポンプ部分は、チャージポンプ回路22のチャージ部分のトランジスタQ1～Q8、Q11、Q12の反対極性

12

のトランジスタQ1'～Q8'、Q11'、Q12'、電流源 I_a 。およびダイオードD1、D2から構成される。データ受信装置24によれば、チャージポンプ回路22と同様な動作により、ポンプ部分の消費電力を軽減することができる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るチャージポンプ回路においては、定常状態において、位相比較の周期において大きな割合を占める負荷容量に対して電流を供給しない期間には、負荷容量に対して電流をチャージするカレントミラー回路に少ない電流値 I_2 を供給し、位相比較の周期においてごくわずかな割合しか占めない負荷容量に対して電流を供給する期間にのみ、駆動に必要な大きい電流 I_1 を上記カレントミラー回路に供給すればよい。また、本発明に係るチャージポンプ回路によれば、上述のようにチャージ動作を行うカレントミラー回路に電流を供給することにより、電力消費を大幅に少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】PLL(phase locked loop)回路の構成を示す図である。

【図2】図1に示したPLL回路のチャージポンプ回路として実際に用いられる構成を示す図である。

【図3】図2に示したチャージポンプ回路のチャージ部分に流れる電流の変化を示す図である。

【図4】第2の実施形態における本発明に係るチャージポンプ回路の構成を示す図である。

【図5】図4に示したチャージポンプ回路のチャージ部分に流れる合計電流を示す図である。

【図6】図4に示したチャージポンプ回路の実際の回路を示す図である。

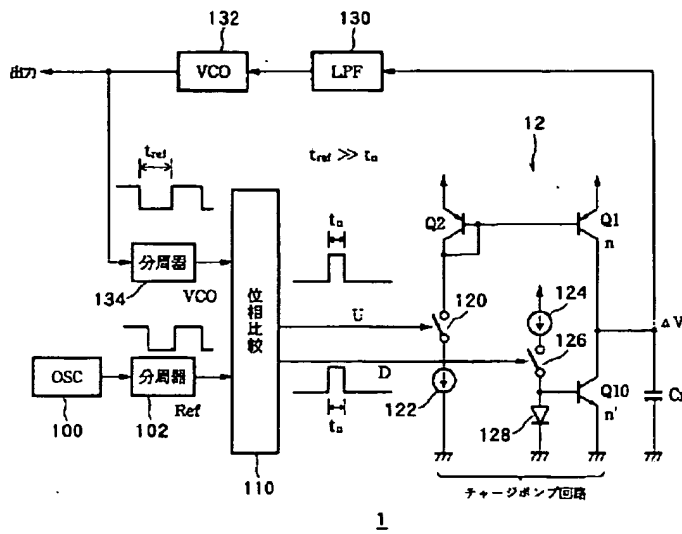
【図7】チャージポンプ回路(図6)のトランジスタQ1～Q3に流れる電流の電流値を示す図である。

【図8】チャージポンプ回路(図6)のチャージ部分の構成をポンプ部分に適用した場合の構成を示す図である。

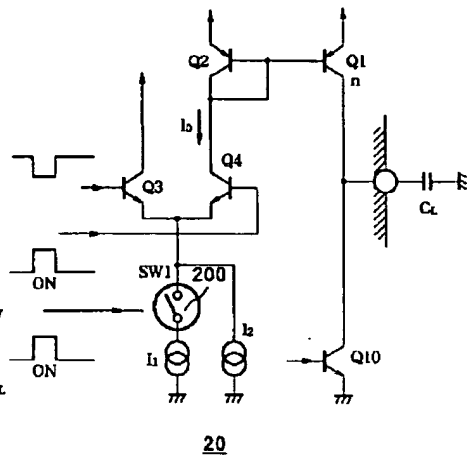
【符号の説明】

1…PLL回路、100…基準信号発振回路、102…分周器、110…位相比較回路、130…ローパスフィルタ、132…電圧制御発振回路、134…分周器、12、14、20、22、24…チャージポンプ回路、120、126、200…スイッチ回路、122、124…電流源、128…ダイオード、Q1～Q8、Q10～Q12(Q1'～Q8'、Q10'～Q12')…トランジスタ、D1、D2…ダイオード、C_L…負荷コンデンサ、 I_a 、 I_1 、 I_2 、 I_a …電流源。

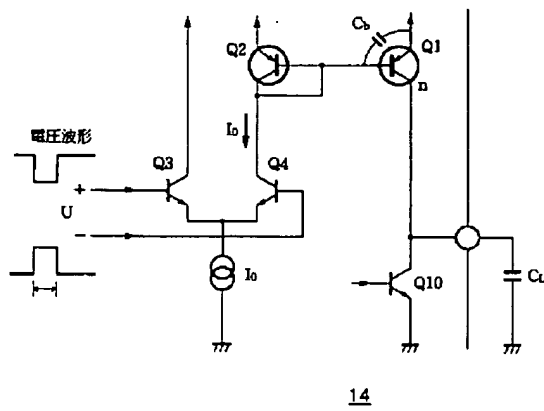
【図1】



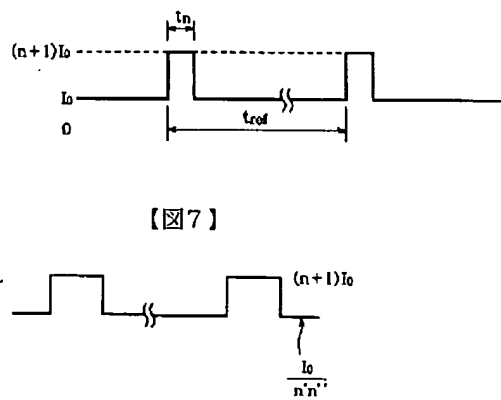
【図4】



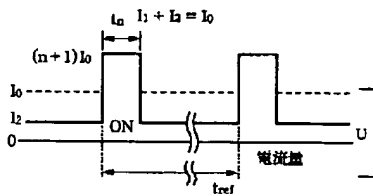
【図2】



【図3】



【図5】



【図6】

